

5. 掘削計画について

1. 大断面トンネル再掘削計画……………P1
2. 3連トンネル左右坑掘削計画……………P4

平成30年7月4日(水)

福岡市交通局

1. 大断面トンネル再掘削計画

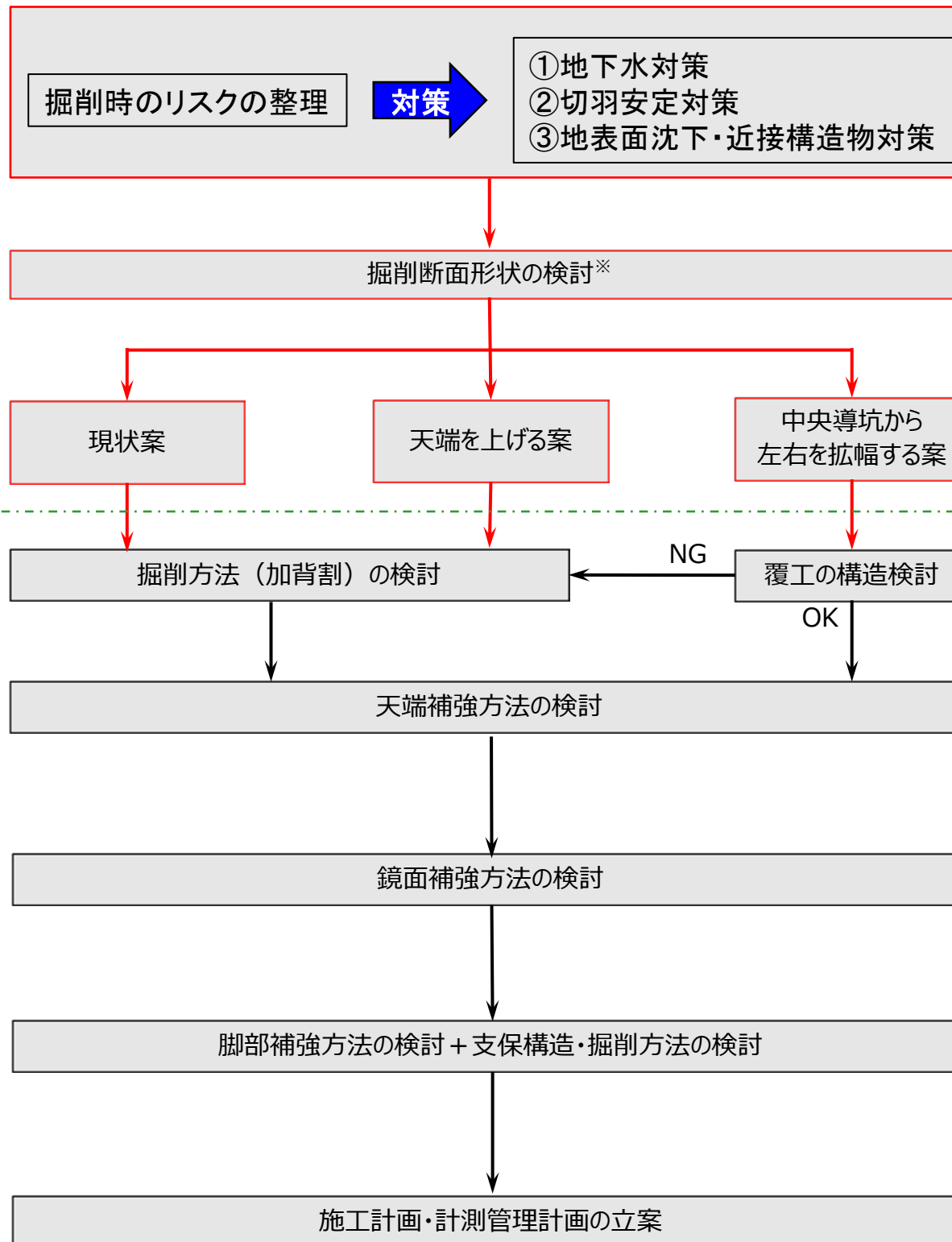
1. 大断面トンネル再掘削計画

(1) 検討フロー

再掘削の検討にあたっては、『福岡地下鉄七隈線延伸工事現場における道路陥没に関する委員会 報告書、平成29年5月』に記載の工事再開に関する主な留意点を踏まえ、再掘削の加背割、支保工、補助工法等について、安全面を考慮した対策を講じていく。

- ・大断面トンネル再掘削時の検討フローを示す。再掘削時のリスク対策として、①地下水対策、②切羽安定対策、③地表面沈下・近接構造物対策が挙げられるが、これらの対策として掘削断面形状や掘削方法等について検討する。

※ 検討中の項目



※道路陥没に関する検討委員会 報告書記載の副次的要因を踏まえ、扁平率の改善を図る検討

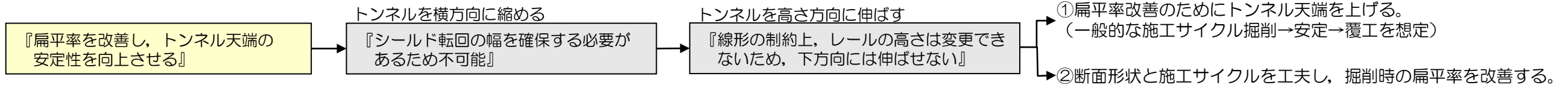
(次回委員会の討議事項)

1. 大断面トンネル再掘削計画

(2) 断面形状・再掘削工法

※加背割・補助工法は別途検討

大断面トンネルの再掘削については、トンネル上部の地盤改良を確実に実施することで、現状の扁平断面であっても掘削が可能であるが、より安全に施工するため、扁平率の改善を目的とした断面形状の検討を行う。



	現状案（扁平断面）	①天端を上げる案（当初設計）	②天端を下げる案（中央導坑から左右を拡幅する案）
概要	<ul style="list-style-type: none"> 岩被りを増やすために当初計画から1m程度天端を下げた形状 当初計画と比べると扁平化している 	<ul style="list-style-type: none"> 当初計画程度まで天端を上げた形状 扁平率は改善されるが、岩被りは小さくなる 	<ul style="list-style-type: none"> トンネル天端を中央導坑の天端程度に抑えた形状 3連トンネルのように、中央導坑に中柱を設置したのち左右坑拡幅 中柱設置により扁平化する断面形状に伴う課題が解消する
掘削イメージ			

■ 現状案との比較

※リスク要因：『福岡地下鉄七隈線延伸工事現場における道路陥没に関する委員会 報告書，平成29年5月』より抽出

対策項目（リスク要因）	現状案	天端を上げる案	天端を下げる案	
地下水対策	①D2層が薄肉化	-	岩被りが小さくなる	岩被りが大きくなる
	①' 断面形状が扁平	-	改善される	中柱があるため、扁平に伴う課題が改善される
	②AGFの改良不足（ブロック状に抜け落ち）	-	削孔対象の多くがD2層となる	削孔対象がD2層を外れる
	③水みちの発生（潜在的弱部，AGF）	-	岩被りが小さくなる AGFの先端が土砂層に近づく	岩被りが大きくなる AGFの先端が岩盤層内に収まる
切羽安定対策（天端）	-	掘削断面に現れるD2層が増える	掘削断面にD2層が現れない	
切羽安定対策（鏡面）	-	掘削面積が大きくなる	掘削面積が小さくなる	
地表面沈下対策 近接構造物対策	-	掘削面積が大きくなる	掘削面積が小さくなる 仮設中柱の効果で変形が抑制される	

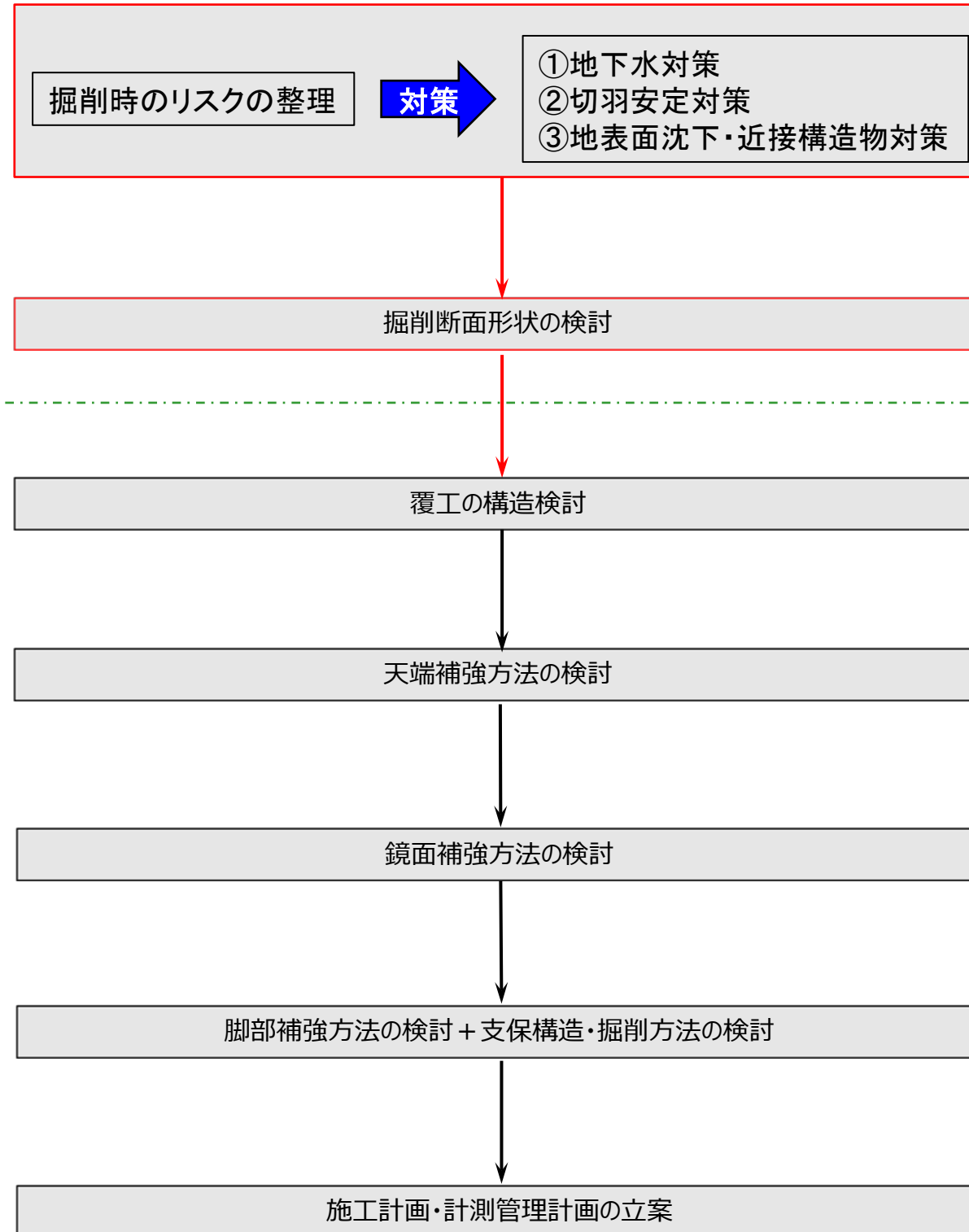
2. 3連トンネル左右坑掘削計画

2. 3連トンネル左右坑掘削計画

(1) 検討フロー

- ・3連トンネル左右坑掘削時の検討フローを示す。掘削時のリスク対策として、①地下水対策、②切羽安定対策、③地表面沈下・近接構造物対策が挙げられるが、これらの対策として掘削断面形状や掘削方法等について検討する。

※ 検討中の項目



(次回委員会の討議事項)

2. 3連トンネル左右坑掘削計画

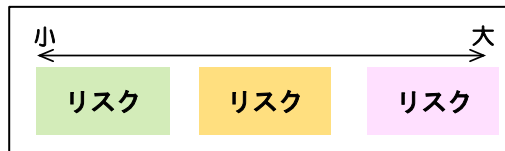
(2) 掘削時のリスク

・3連トンネル左右坑掘削時のリスクを整理する。

【仮定】断面形状、掘削工法及び補助工法を当初設計と同じとした場合。
掘削工法：上半先進ベンチカット工法
補助工法：注入式長尺鋼管先受け工、長尺鏡ボルト工

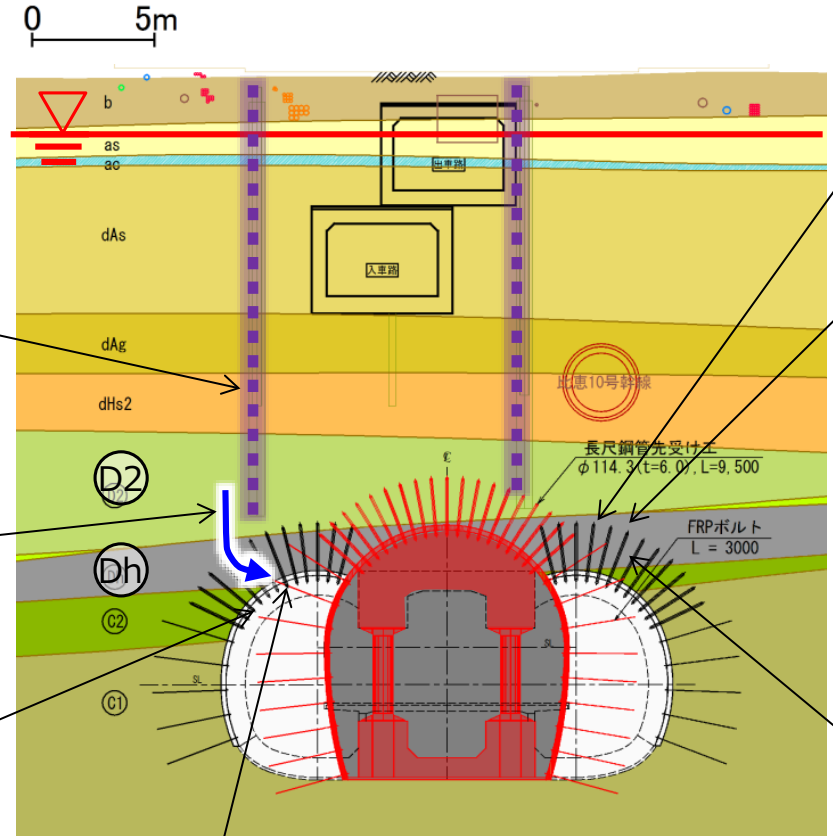
※赤字：リスク 青字：リスク要因

 ①D2層・Dh層の薄肉化
 ②D2層・Dh層の抜け落ち
 ③潜在的弱部による水みち



⑤地下車路施工時の土留めに挟まれた箇所は、地山と縁が切れて地山のアーチ効果が減少し、

- ・天端不安定化
- ・支保応力増大→破壊
- ・支保工の変形
- 地表面沈下増大



①幅掘削により、D2・Dh層が局所的に薄肉化し、『土砂層からの高い土水圧』により、天端部が破壊（緩み・亀裂）

②改良効果不足により、D2・Dh層がブロック状に抜け落ち、天端部が破壊（緩み・亀裂）

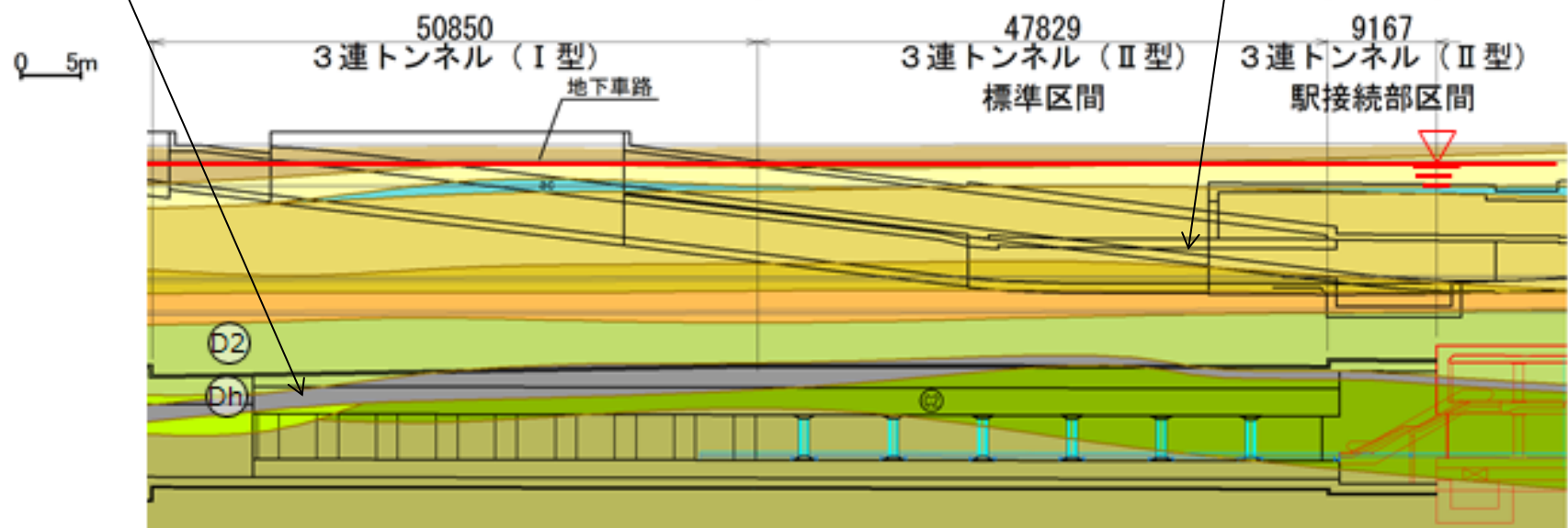
③-b 柱列土留余掘り部・鋼矢板引抜き跡が水みちとなり、土砂を坑内に引き込む

⑥脆弱なDh層の掘削・支保により、

- ・支保応力増大→破壊
- ・支保工の変形→地表面沈下増大

④切羽にDh層が出現し、切羽崩壊、天端小崩落

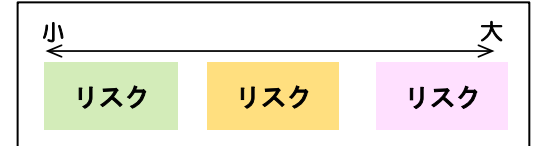
③-a 掘削により潜在的な弱部が緩み、水みちが発生し、土砂を坑内に引き込む



2. 3連トンネル左右坑掘削計画

(3) 掘削時のリスクと対策

・対策を講じることでリスクが「小」となる。



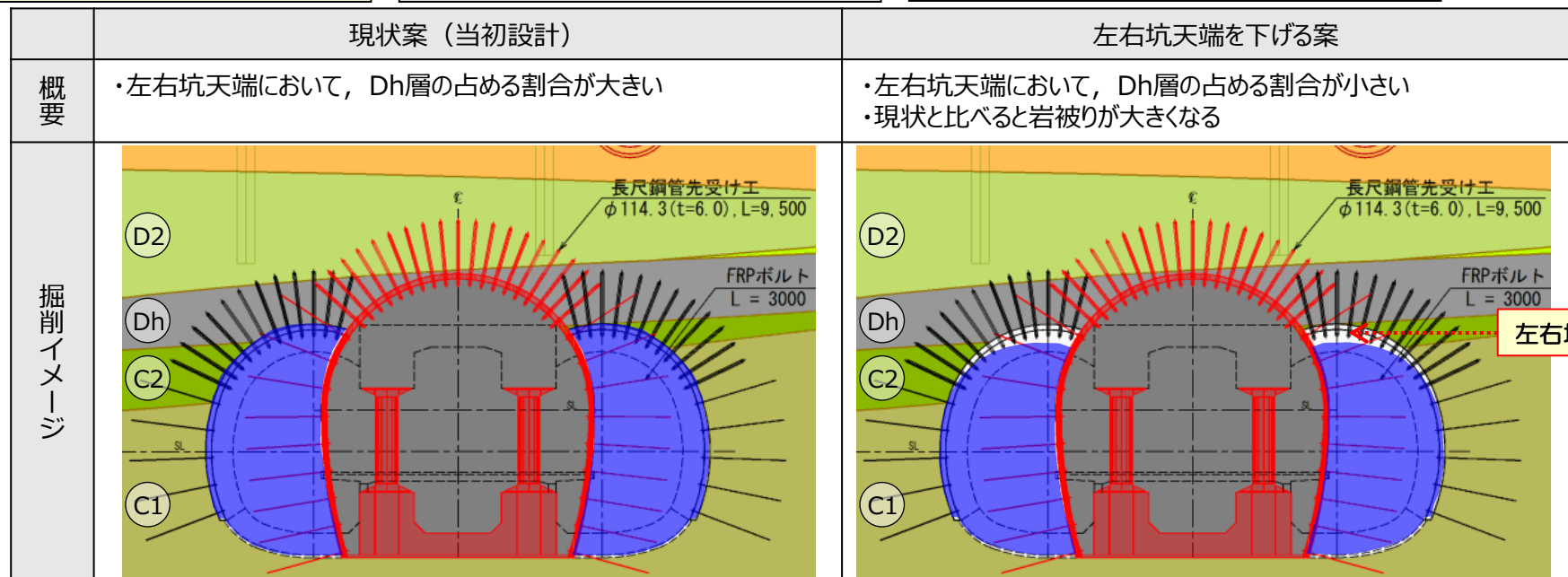
リスク原因	リスク	対策（対策後の評価）	対策方針
①D2・Dh層が薄肉化 （帯水土砂層までの薄肉化）	天端崩壊，土砂流入 → 地表面陥没	地下水対策	・3連トンネル左右坑断面形状の検討 ・坑内からの補助工法（天端補強）及び地上からの対策の検討を行う
②改良効果不足 （D2層・Dh層がブロック状に抜け落ち）			
③水みちの発生 （潜在的弱部，既存土留め部）			
④脆弱なDh層の鏡面への出現	鏡面の崩壊，天端崩落	切羽安定対策（鏡面）	・坑内からの鏡面の補強方法を検討する ・坑内からの天端の補強方法と一体で検討する
⑤上部地山の縁切れによる 地山のアーチ効果の減少	天端の不安定化	切羽安定対策（天端）	坑内からの天端補強方法は，地下水対策と一体で検討する
	支保工の変形 →地表面沈下増大	地表面沈下対策 近接構造物対策	許容変位に収まるように，坑内からの天端補強・鏡面補強・脚部補強・支保構造を一体で検討する
	支保応力の増大・破壊	支保構造の見直し	支保応力が許容値内に収まるように支保パターンのランクアップを検討する
⑥脆弱なDh層の掘削	支保工の変形 →地表面沈下増大	地表面沈下対策 近接構造物対策	許容変位に収まるように，坑内からの天端補強・鏡面補強・脚部補強・支保構造を一体で検討する
	支保応力の増大・破壊	支保構造の見直し	支保応力が許容値内に収まるように支保パターンのランクアップを検討する

(4) 3連トンネル左右坑 断面形状

『炭質頁岩（Dh）は脆く崩れやすいため掘削範囲外となるようにしたい』

『断面全体を下に下げるのは，線形の制約上，不可能』

『可能な範囲でトンネル天端を下げる（柱があるため扁平率は問題とならない）』



左右坑天端を下げる

■ 掘削範囲
※補助工法は別途検討
（当初設計の補助工法を記載）